PERENCANAAN LAMPU PENGATUR LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN JALAN HARAPAN DAN JALAN SAM RATULANGI

Nurrizka Nasaruddin
M. J. Paransa, Freddy Jansen
Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado
email: chikanurrizka@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai salah satu jalur utama yang menghubungkan pusat kota Manado dengan daerah disekitarnya yaitu kota Tomohon, persimpangan jalan Harapan dan jalan Sam Ratulangi ini sangat sering terjadi kemacetan dan antrian yang panjang dari kendaraan yang melewati persimpangan ini. Khususnya terjadi pada jam-jam sibuk di pagi, siang dan sore hari.

Penelitian ini menjelaskan tentang kinerja persimpangan jalan Harapan dan jalan Sam Ratulangi dan perencanaan lampu pengatur lalu lintas. Pengumpulan data dilakukan pada hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, dan Sabtu di minggu ke tiga Bulan November 2015.

Dari analisa variasi volume lalu lintas, ditetapkan volume jam perencanaan, QDH di tiap pendekat untuk maksud analisa simpang bersinyal.

Pada kondisi eksisting, tanpa perubahan geometrik, hasil perhitungan signalisasi menunjukan bahwa waktu siklus sebesar 1342 detik, dan Derajat Kejenuhan 0,991, tidak memenuhi syarat yang di tetapkan MKJI 1997 yaitu sebesar, 50 – 100 detik untuk waktu siklus dan 0,75 untuk Derajat Kejenuhan, artinya simpang harus di rencanakan dengan perubahan geometric dan dengan menerapkan belok kiri langsung.

Dengan merubah geometrik jalan pada pendekat Manado – Tomohoh dan Tomohon – Manado, dari 7 meter menjadi 12 meter, pendekat Winangun dari 5 meter menjadi 10 meter, dan dengan menerapkan belok kiri langsung di setiap pendekat maka hasil perhitungan kinerja persimpangan adalah, DS = 0,73 dengan waktu siklus 57 detik untuk pengaturan lalu lintas 3 fase, telah memenuhi persyaratan MKJI 1997.

Kata Kunci :Derajat Kejenuhan, Waktu Siklus.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi, dan pertambahan penduduk di Negara kita semakin besar, demikian pula dengan pertumbuhan lalulintas yang terjadi menjadi semakin pesat. Bertolak belakang dengan pertumbuhan lalulintas, fasilitas-fasilitas yang ada untuk mengimbangi pertumbuhan lalulintas belum memadai, Hal ini berakibat pada volume lalulintas yang tidak seimbang dengan kapasitas jalan, seperti terjadi kemacetan panjang bahkan tidak menutup kemungkinan bisa menyebabkan terjadinya kecelakaan lalulintas, yang dapat menggangu kelancaran arus lalulintas.

Persimpangan Jln Harapan – Jln Sam Ratulangi adalah salah satu persimpangan jalan yang selalu ramai tiap harinya karena melayani arus lalulintas yang cukup tinggi. Pada jam-jam sibuk persimpangan ini kemacetan tidak dapat dihindari oleh pengguna kendaraan. Karena, pada persimpangan ini terdapat perguruan tinggi, Supermarket, Rumah Makan, SPBU, dan Perumahan Penduduk.

Rumusan Masalah

Diukur dengan Derajat Kejenuhan, bila Derajat Kejenuhan sudah diatas atau sama dengan 1, maka sudah terjadi gangguan pada arus lalulintas di persimpangan, karena sudah terjadi tundaan dan peluang antrian.

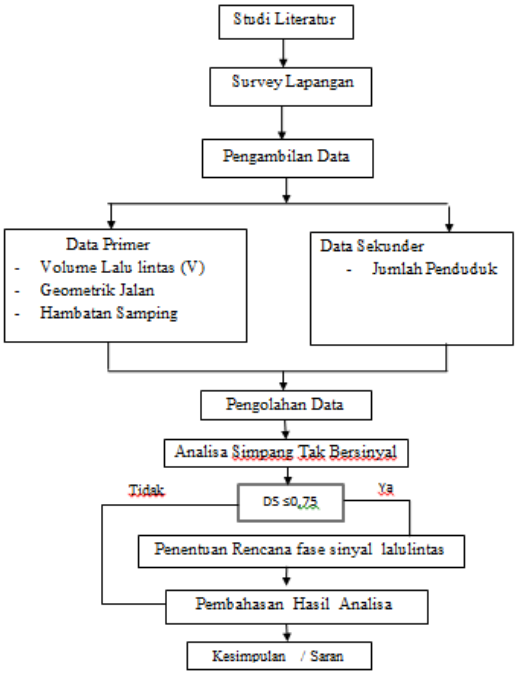
Tujuan Penelitian

1. Menghitung proporsi kendaraan LV, HV, dan MC untuk tiap-tiap pendekat
2. Survey Lalu lintas hanya di lakukan dari pukul 06.00 sampai 19.00

Manfaat Penelitian

1. Menghitung variasi volume lalu lintas tiap jam.
2. Menghitung nilai volume jam perencanaan.
3. Mendesain signalisasi pada persimpangan.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan alir penelitian

LANDASAN TEORI

Teori Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari jalan, hampir dalam setiap kita berkendaraan sepanjang jalan pasti kita akan menemui persimpangan. Persimpangan adalah simpul pada bagian jalan dimana dua atau lebih ruas jalan (*link*) bertemu atau berpotongan yang mencakup fasilitas jalur jalan (*roadway*) dan tepi jalan (*road side*), dimana lalulintas dapat bergerak didalamnya.

Persimpangan ini merupakan bagian yang terpenting dari jalan raya sebab sebagian besar akan tergantung dari efisiensi, kapasitas lalulintas, kecepatan, biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut.

Teori Persimpangan Tak Bersignal menurut MKJI 1997

Metode dan prosedur yang diuraikan dalam MKJI 1997 mempunyai dasar empiris. Alasannya adalah bahwa perilaku lalulintas pada simpang tak bersignal dalam hal aturan memberi jalan disiplin lajur dan aturan antri sangat sulit digambarkan dalam suatu model perilaku, perilaku pengemudi yang berbeda dengan kebanyakan negara barat, menjadikan penggunaan metode manual kapasitas negara barat ini tidak dapat diterapkan.

Hasil yang paling menentukan dari perilaku lalulintas adalah rata-rata hampir dua pertiga dari seluruh kendaraan yang datang dari jalan minor melintasi simpang dengan perilaku tidak menunggu celah dan celah kritis yang kendaraan tidak memaksa lewat adalah sangat rendah yaitu 2 detik.

Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas.

Bentuk model kapasitas menjadi sebagai berikut:

$$C = Co \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$$

Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang, (DS), dihitung sebagai berikut:

$$\mathbf{DS = Qsmp / C}$$

dimana:

Qsmp = Arus total (smp/jam)
C = Kapasitas (smp/jam)

Tundaan

Tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab :

1) Tundaan Lalu Lintas (DT) akibat interaksi lalu-lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
2) Tundaan Geometrik (DG) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak-terganggu.

Tundaan geometrik (DG) dihitung dengan rumus :

Untuk DS < 1,0 :

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1-PT) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp)}$$

Untuk DS ≥ 1,0: DG = 4

Peluang antrian

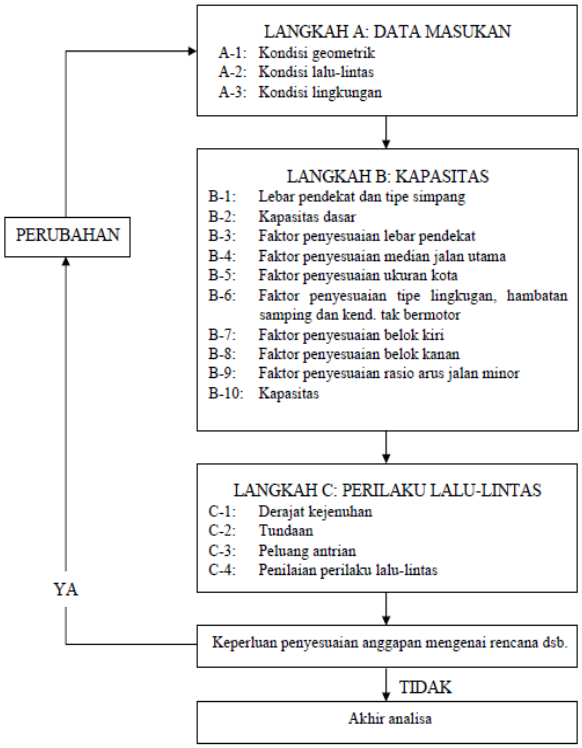
Peluang antrian ditentukan dari kurva peluang antrian/derajat kejenuhan secara empiris. Manual kapasitas jalan ini dapat digunakan untuk berbagai penerapan seperti perencanaan, perancangan dan analisa operasional. Tujuan perencanaan adalah untuk mendapatkan denah dan ukuran geometrik yang memenuhi sasaran

yang di tetapkan untuk kondisi lalu-lintas rencana tersebut.

Perancangan berbeda dari perencanaan hanya pada skala waktu. Pada penerapan perencanaan, masukan data lalu-lintas biasanya berhubungan dengan suatu jam puncak. Pada perancangan, informasi data lalu-lintas biasanya dalam bentuk LHRT yang diramalkan, yang kemudian harus dikonversikan ke dalam jam puncak rencana, biasanya dengan menggunakan suatu faktor persentase normal.

Ringkasan Prosedur Perhitungan

Langkah-langkah perhitungan kinerja persimpangan / perilaku lalulintas dipersimpang-an dalam bagan alir berikut :



Gambar 2. Bagan Alir Simpang Tak Bersignal
Sumber : MKJI 1997

Sinyal Lalu Lintas (Traffic signal)

Sinyal lalu lintas adalah suatu alat pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik berfungsi untuk mengontrol arus lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki pada persimpangan ataupun tempat lain yang dianggap perlu untuk dipasang.

Setiap pemasangan sinyal lalu lintas bertujuan untuk :

1. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalulintas yang berlawanan, sehingga kapasitas persimpangan dapat dipertahankan selama keadaan lalulintas puncak.
2. Menurunkan tingkat frekwensi kecelakaan
3. Mempermudah menyeberangi jalan utama bagi kendaraan dan/ atau pejalan kaki dari jalan minor.

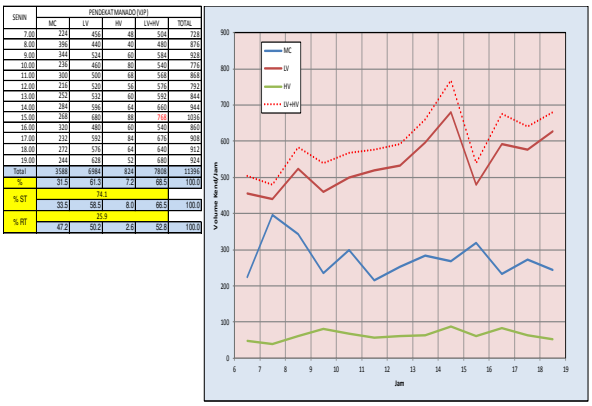
HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Lalulintas

Dari hasil survey volume lalulintas di lapangan selama 6 hari, dari hari senin sampai dengan hari sabtu pada minggu ke 3 Bulan November tahun 2015. Pengambilan data volume lalulintas diambil bersadarkan tiap-tiap jenis kendaraan dalam selang waktu 15 menit, dibagi menjadi 3 pendekat yaitu :

a) Pendekat Manado

Pendekat Manado adalah setiap kendaraan yang dari arah Manado menuju Jalan Harapan dan arah Tomohon. jam puncak pendekat ini terjadi pada jam 08.00 dan 09.00 untuk MC, sedangkan jam 15.00 adalah jam puncak untuk LV + HV. Volume Jam Perencanaan Ditampilkan dalam bentuk Gambar 4. di bawah ini:

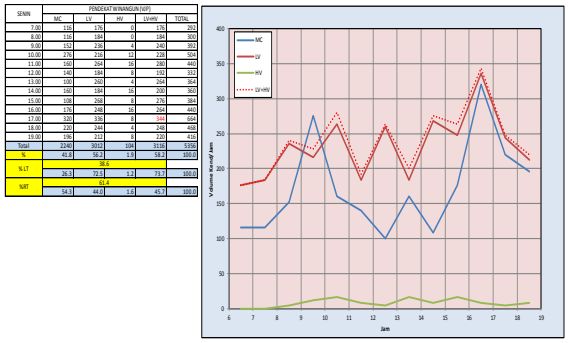


SENIN	PENDEKAT MANADO (UP)				
	MC	LV	HV	LV+HV	TOTAL
7.00	224	456	48	504	728
8.00	396	440	40	480	876
9.00	344	524	60	584	928
10.00	236	460	80	540	776
11.00	300	560	68	568	868
12.00	224	532	56	576	792
13.00	252	532	60	592	844
14.00	284	596	64	660	944
15.00	268	680	88	768	1036
16.00	320	480	60	540	860
17.00	232	592	84	676	908
18.00	272	576	64	640	912
19.00	244	628	52	680	924
Total	3588	6984	824	7808	11396
%	31.5	61.3	7.2	68.5	100.0
% ST	74.1				
	33.5	58.5	8.0	66.5	100.0
% RT	25.9				
	47.2	50.2	2.6	52.8	100.0

Gambar 4. Volume Jam Perencanaan pada pendekat Manado hari Senin

b) Pendekat Winangun

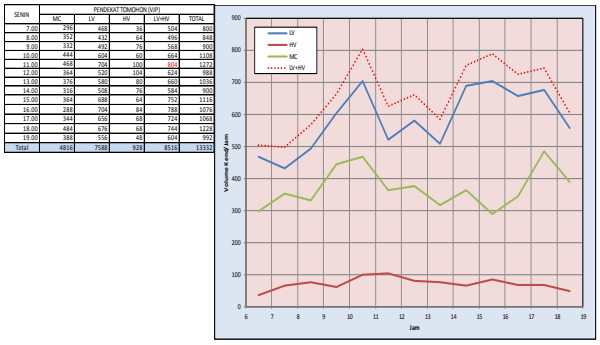
Pendekat Winangun adalah setiap kendaraan yang dari arah Winangun menuju Manado dan arah Tomohon. Jam puncak pendekat ini terjadi pada jam 10.00, dan 17.00 untuk MC, sedangkan jam 11.00 dan jam 16.00 adalah jam puncak untuk LV + HV. Volume Jam Perencanaan Ditampilkan dalam bentuk Gambar 5.



Gambar 5. Volume Jam Perencanaan pada Pendekat Winangun hari Senin

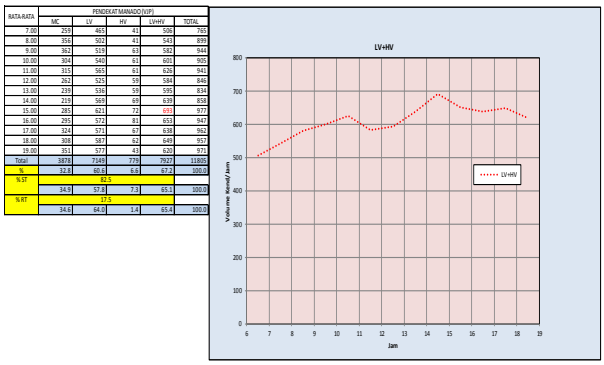
c) Pendekat Tomohon

Pendekat Tomohon adalah setiap kendaraan yang dari arah Tomohon menuju Manado dan arah Jalan Harapan. Pada hari Senin , jam puncak pendekat ini terjadi pada jam 11.00, dan 18.00 untuk MC, sedangkan jam puncak untuk LV + HV terjadi pada jam 11.00. Volume Jam Perencanaan Ditampilkan dalam bentuk Gambar 6. di bawah ini:

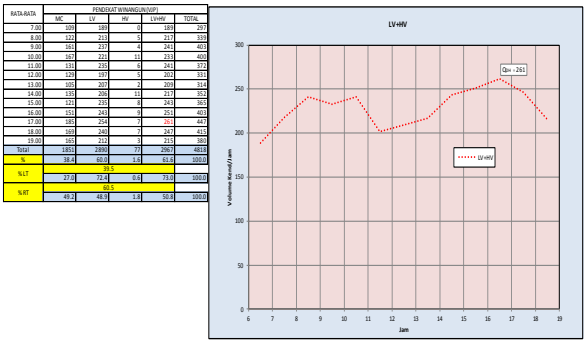


Gambar 6. Volume Jam Perencanaan pada Pendekat Tomohon hari Senin

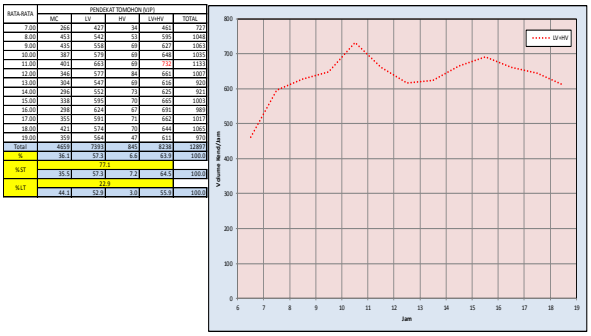
Kemudian dibuat rata-rata untuk masing-masing pendekat yang ditampilkan dalam Gambar 7. di bawah ini :



Gambar 7. Rata-rata Kendaraan per Jam pada Pendekat Manado



Gambar 8. Rata-rata Kendaraan per Jam pada Pendekat Winangun



Gambar 9. Rata-rata Kendaraan per Jam pada Pendekat Tomohon

Analisa Kapasitas Simpang tidak bersinyal untuk kondisi Eksisting

Perhitungan Kinerja Persimpangan ditampilkan dalam bentuk Tabel sesuai MKJI 1997 Simpang Tak Bersinyal (Formulir USIG-I dan USIG-II). Dengan penjelasan sebagai berikut:

Formulir USIG-I

Geometrik, dan Arus Lalulintas. Pada Tabel di bawah ini data arus lalulintas rata-rata per hari pada semua pendekat, diperlihatkan tiap jenis kendaraan LV,HV, dan MC dibagi sesuai dengan pendekat masing-masing berdasarkan proporsi yang telah didapatkan sebelumnya.

Tiap jenis kendaraan ini (LV,HV,MC) yang masih dalam satuan kendaraan per jam, kemudian dikonversikan ke dalam smp/jam dilakukan dengan mengalikan emp yang tercatat pada formulir (LV=1,0 ; HV=1,3 ; MC=0,5).

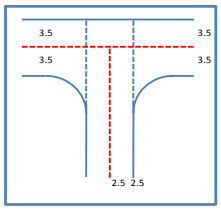
Perhitungan Rasio belok, yaitu belok kiri dan Belok Kanan sesuai masing-masing pendekat. Perhitungan Rasio Jl. Minor / total Jl. Utama dan Minor juga diikut sertakan. Perhitungan rasio UM/MV tidak dihitung karena tidak ada kendaraan tak bermotor (UM) yang melalui persimpangan ini.

Tabel 1. USIG

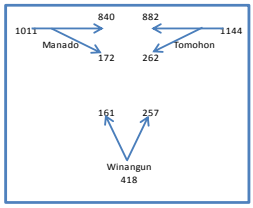
Formulir USIG-I

SIMPANG TAK BERSIGNAL	Tanggal :	Ditangani oleh :	
FORMULIR USIG-I	Kota : Manado	Provinsi :	Sulawesi Utara
- GEOMETRI	Jalan Utama :	Jln. Sam Ratulangi	
- ARUS LALU LINTAS	Jalan Minor :	Jln. Harapan	
		Periode :	Rata-rata Maksimum

Geometri Simpang



Arus lalu lintas



1	KOMPOSISI LALULINTAS		MC% :		LV% :		HV% :		Faktor-smp		Faktor-k	
	ARUS LALU LINTAS Pendekat	ARAH	sepeda motor MC emp=0.5		kendaraan ringan LV emp=1		kendaraan berat HV emp=1.3		kendaraan bermotor total MV		Rasio belok	kend.tak bermotor UM
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam		kend/jam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Minor A	LT										
3		ST										
4		RT										
5		Total										
6	Minor C (Winangun)	LT	46	23	114	114	1	1	161	139	0.42	
7		ST										
8		RT	128	64	125	125	5	6	257	195	0.58	
9		Total	173	87	239	239	6	8	418	333		
10	Minor Total (A+C)		173	87	239	239	6	8	418	333		
11	Utama B (Tomohon)	LT	118	59	136	136	8	10	262	206	0.11	
12		ST	320	160	496	496	66	86	882	742		
13		RT										
14		Total	437	219	633	633	74	96	1144	948		
15	Utama D (Manado)	LT										
16		ST	294	147	483	483	62	81	840	711		
17		RT	62	31	107	107	3	3	172	141	0.08	
18		Total	355.83	177.92	590.515	591	65	84	1011	853		
19	Utama Total (B+D)		793	397	1223	1223	139	180	2155	1800		
20	Utama + Minor	LT	163	82	251	251	9	12	423	344	0.16	
21		ST	614	307	979	979	128	167	1721	1453		
22		RT	189	95	232	232	7	9	429	336	0.16	
23	(Utama + Minor)	Total	967	483	1462	1462	145	188	2573	2133	0.32	
24					Rasio Jln. Minor Total / (Utama+Minor) Total					0.156		

Sumber : Hasil Penelitian Nurrizka 2016

USIG-II

Lebar pendekat dan tipe simpang, Kapasitas, Derajat Kejenuhan, Tundaan, Peluang Antrian. Lebar pendekat digunakan sesuai yang diukur di lapangan, yaitu Jl. Utama 7 m dan Jl. Minor 5 m. Karena persimpangan memiliki 3 simpang dan 2 lajur di jalan utama dan jalan minor, maka kode simpang yang digunakan adalah 322 sesuai Tabel 2.7. Karena menggunakan kode simpang 322, maka Kapasitas dasar (Co) yang digunakan sesuai Tabel 2.8 adalah 2700 smp/jam.

Perhitungan untuk USIG-II disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini :

Tabel 2. USIG-II

Formulir USIG-II

SIMPANG TAK BERSIGNAL	Tanggal :	Ditangani oleh :	
FORMULIR USIG-II	Kota : Manado	Ukuran Kota :	Besar
ANALISA	Jalan Utama : Jln. Sam ratulangi	Lingkungan jalan :	Komersial
	Jalan Minor : Jln. Harapan	Habatan sampin :	Tinggi
		Periode :	Maksimum

1) Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Pilihan	Jumlah lengan simpang	Lembar pendekat (m)							Jumlah lajur Gambar B-1-2		Tipe simpang
		Jalan minor (Jln. Harapan)			Jalan utama (Jln. Sam Ratulang)			Lebar pendekat rata-rata W1	Jalan minor	Jalan utama	Tbl B-1-1
		WA	WC	WAC	WB	WD	WBD				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3	0	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5	3.17	2	2	322

2) Kapasitas

Pilihan	Kapasitas dasar CO smp/jam	Faktor penyesuaian kapasitas (F)							Kapasitas
		Lebar pendekat rata-rata	Median jalan utama	Ukuran kota	Hambatan samping	Belok kiri	Belok kanan	Rasio minor/total	
	Tbl B-2:1	FW Gbr. B-3:1	FM Tbl. B-4:1	FCS Tbl. B5 :1	FRSU Tbl. B-6:1	FLT Gbr. B-7:1	FRT Gbr. B-8:1	FM Gbr. B-9:1	C smp/jam
	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	2700	0.971	1.0	1.0	0.93	1.10	0.94	1.03	2615

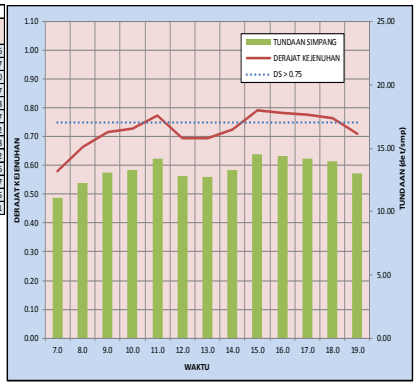
3) Perilaku Lalulintas

Pilihan	Arus lalulintas Q smp/jam	Derajat kejenuhan	Tundaan lalulintas simpang	Tundaan lalulintas Jl.Utama	Tundaan lalulintas Jl.Minor	Tundaan geometrik simpang	Tundaan simpang	Peluang antrian
	USIG-I Brs. 23-Kol 10	DS 30/28	DTI Gbr. C-2:1	DTMA Gbr. C-2:2	DMI	DG	D 32+35	QP % Gbr. C-3:1
	30	31	32	33	34	35	36	37
1	2164	0.83	9.64	7.07	23.456	5.68	15.32	28 - 55

Sumber : Hasil Penelitian Nurrizka 2016

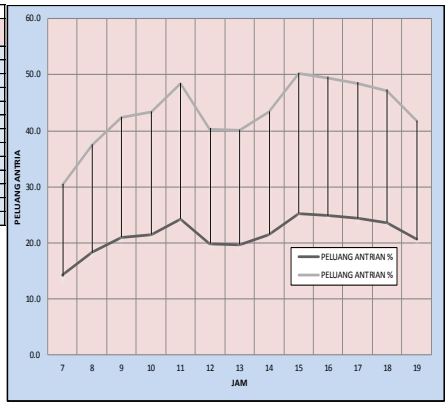
Kemudian dibuat rekapitulasi Derajat Kejenuhan, Tundaan dan Peluang Antrian dari jam 06.00 – 19.00 disajikan dalam bentuk Gambar kurva di bawah ini :

KINERJA PERSIMPANGAN		
WAKTU	DERAJAT KEJENUHAN	TUNDAAN SIMPANG
7.00	0.58	11.06
8.00	0.67	12.27
9.00	0.72	13.10
10.00	0.73	13.27
11.00	0.77	14.18
12.00	0.70	12.77
13.00	0.69	12.72
14.00	0.73	13.28
15.00	0.79	14.52
16.00	0.78	14.36
17.00	0.78	14.17
18.00	0.76	13.95
19.00	0.71	13.01



Gambar 10. Derajat Kejenuhan dan Tundaan

KINERJA PERSIMPANGAN	
WAKTU	PELUANG ANTRIAN %
7.00	14.2 - 30.3
8.00	18.3 - 37.5
9.00	21.0 - 42.4
10.00	21.5 - 43.3
11.00	24.3 - 48.4
12.00	19.8 - 40.3
13.00	19.7 - 40.1
14.00	21.5 - 43.3
15.00	25.3 - 50.3
16.00	24.8 - 49.5
17.00	24.3 - 48.5
18.00	23.6 - 47.2
19.00	20.6 - 41.7



Gambar 11. Peluang Antrian

Gambar DS dan Tundaan diatas adalah rekapitulasi perhitungan kinerja persimpangan dari jam 06.00 - 19.00 yang menunjukkan DS yang paling tinggi adalah di sekitar jam 15.00 yaitu 0.79.

Kemudian gambar peluang antrian menunjukkan, di sekitar jam 15.00 peluang antrian mencapai 50 %.

Analisa Kapasitas Simpang Bersinyal

Persimpangan ditampilkan dalam bentuk Tabel sesuai MKJI 1997 Simpang Bersinyal (Formulir SIG-I sampai dengan SIG-V).

SIG I

Geometrik, Pengaturan Lalulintas dan Lingkungan. Pada Tabel 4.8 diperlihatkan nilai waktu siklus (c), waktu hijau (g), jumlah fase, waktu hilang total (LTI) dan waktu antar hijau (IG). Juga, lebar tiap pendekat (W_A), lebar masuk (W_{MASUK}), lebar belok kiri langsung (W_{LTOR}) dan lebar keluar (W_{KELUAR}).

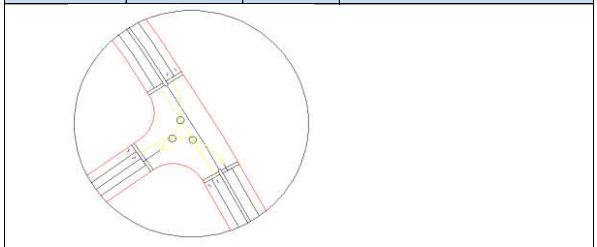
Tipe lingkungan pada persimpangan ini adalah daerah Comersil (COM), dengan hambatan samping Tinggi, dimana tipe lingkungan ini merupakan faktor yang akan mempengaruhi besaran Arus Jenuh (S).

Tabel 3. SIG I

SIMPANG BERSINYAL FORMULIR SIG-I : GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN	Tanggal : November 2015 Ditangani oleh : Nurrizka Nasaruddin Kota : Manado Simpang : Ukuran Kota : Perihal : 3-Fase hijau awal Periode : Jam puncak pagi-sore

FASE SINYAL YANG ADA

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Waktu siklus : C = Waktu hilang total : LTI=ΣIG =



Kondisi Lapangan

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan samping Tinggi/Rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaaan parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat W_A	Masuk W_{MASUK}	Belok kiri langsung W_{LTOR}	Keluar W_{KELUAR}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Manado - ST	COM	T	Y		T		5.5	2.5		5.5
Manado - RT	COM	T	Y		T		5.5	3.0		5.0
Tomohon - ST	COM	T	Y		T		5.5	3.0		5.5
Tomohon - LT	COM	T	Y		Y		5.5	2.5	2.5	5.0
Winangun - LT	COM	T	T		Y		5.0	2.5	2.5	5.5
Winangun - RT	COM	T	T		T		5.0	2.5		5.5

Sumber : Hasil Penelitian Nurrizka 2016

SIG II

Arus Lalulintas. Pada Tabel 4.9 data arus lalu lintas rata-rata per hari pada semua pendekat, volume jam perencanaan yang didapat adalah dalam satuan kendaraan per jam, maka harus dikalikan terlebih dahulu dengan nilai *ekivalen mobil penumpang (emp)* untuk kondisi terlindung maupun terlawan agar menjadi *satuan mobil penumpang (smp/jam).*

Tabel 4. SIG II

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II : ARUS LALU LINTAS	Tanggal : Nov-15 Kota : Manado Simpang :	Ditangani oleh : Nurrizka Nasaruddin Perihal : Periode :

Kode Pendekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)															
		Kendaraan ringan (LV)			Kendaraan berat (HV)			Sepeda Motor (MC)			Kendaraan bermotor Total MV			Rasio berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung = 1.0 emp terlawan = 1.0			emp terlindung = 1.3 emp terlawan = 1.3			emp terlindung = 0.2 emp terlawan = 0.4									
		kend/ jam	smp/jam terlindung	smp/jam terlawan	kend/ jam	smp/jam terlindung	smp/jam terlawan	kend/ jam	smp/jam terlindung	smp/jam terlawan	kend/ jam	smp/jam terlindung	smp/jam terlawan	PLT Rms. (13)	PRT Rms. (14)	kend/ jam	Rms. (15)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Manado	LT/LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
	ST	492	492	492	62	81	81	297	59	119	851	633	692				
	RT	115	115	115	3	3	3	62	12	25	180	131	144		0.17	0	
	Total	608	608	608	65	84	84	359	72	144	1032	764	836			0	0.000
Tomohon	LT/LTOR	139	139	139	8	10	10	116	23	46	262	172	195	0.21		0	
	ST	506	506	506	64	83	83	314	63	126	884	652	715			0	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.00		
	Total	645	645	645	72	93	93	429	86	172	1146	824	910			0	0.000
Winangun	LT/LTOR	121	121	121	1	1	1	45	9	18	168	132	141	0.44		0	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
	RT	126	126	126	5	6	6	126	25	51	257	157	182		0.56	0	
	Total	247	247	247	6	7	7	172	34	69	424	289	323			0	0.000

Sumber : Hasil Penelitian Nurrizka 2016

SIG III

Waktu merah semua dihitung berdasarkan waktu untuk berangkat dan waktu untuk datang. Waktu adalah jarak dibagi kecepatan. Kecepatan rata-rata kendaraan pada persimpangan diambil 10 m/det (V_{EV} dan V_{AV}), sedangkan jarak berangkat, L_{EV} , dan jarak datang, L_{AV}, diambil dari gambar geometrik.

Panjang kendaraan, l_{EV}, diambil sebesar 5.0 meter. Waktu merah semua pada fase 1 ke fase 2 adalah sebesar 0.00 detik. Waktu merah semua pada fase 2 ke fase 3 adalah sebesar 0,06 detik. Waktu merah semua pada fase 3 ke fase 1 adalah sebesar 0,00 detik Waktu kuning diambil 3 detik per fase, sehingga waktu hilang total adalah sebesar 10 detik.

Tabel 5 SIG III

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG III : WAKTU ANTAR HIJAU WAKTU HILANG	Tanggal : November 2015 Ditangani oleh : Nurrizka Nasaruddin Kota : Manado Simpang : Perihal : 3 - Fase hijau awal	

LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_E m/det	Pendekat	Manado	Tomohon	Winangun		
		Kecepatan V_A m/det	10	10	10		
Manado	10	Jarak berangkat-datang (m)*)		13.6 + 5 - 20.4			
		Waktu berangkat-datang (det)**		1.36 + 0.50 - 2.04			0.00
Tomohon	10	Jarak berangkat-datang (m)			13.2 + 5 - 17.6		
		Waktu berangkat-datang (det)			1.32 0.50 1.76		0.06
Winangun	10	Jarak berangkat-datang (m)	11.4 + 5 - 19.6				
		Waktu berangkat-datang (det)	1.14 0.5 1.96				0.00
		Jarak berangkat-datang (m)					

Penentuan waktu merah semua

Fase 1 -->	Fase 2	0.0
Fase 2 -->	Fase 3	1.0
Fase 3 -->	Fase 1	0.0
	Waktu kuning total (3 detVfase)	9.0
	Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)	10.0

*) Dari gambar, lihat contoh Gambar 8-2:1

**) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV}+l_{EV})/V_{EV}$

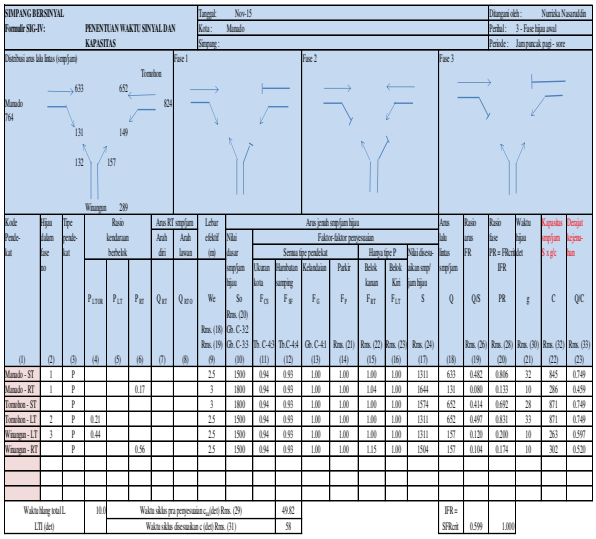
Waktu untuk datang = L_{AV}/V_{AV}

Sumber : Hasil Penelitian Nurrizka 2016

SIG IV

Penentuan Waktu Sinyal, Kapasitas Dan Derajat Kejenuhan. Perhitungan dimulai dengan menghitung Arus Jenuh Dasar (S_0). Untuk pendekat terlindung (tipe P) , S_0 = 600 x We, dimana We adalah lebar pendekat efektif. Untuk pendekat terlawan (tipe O) perhitungan S_0 didasarkan pada Grafik yang telah disediakan oleh MKJI-1997 (Gambar C-3: 3S). Nilai S_0 diperoleh dari kurva yang menghubungkan nilai Q_{RT} dan Q_{RTO} pada We tertentu. Kemudian menghitung Arus Jenuh yang sudah disesuaikan (S) dengan memperhatikan nilai-nilai Faktor Penyesuaian.

Tabel 6 SIG IV



SIMPANG BERSINYAL — Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS

Tanggal: Nov-15 | Kota: Manado | Simpang: | Ditangani oleh: Nurrizka Nasaruddin | Perihal: 3 - Fase hijau awal | Periode: Jam puncak pagi - sore

Distribusi arus lalu lintas (smp/jam): Manado 764; Tomohon 652; 633; 324; 131; 149; 132; 157; Winangun 289

Fase 1 | Fase 2 | Fase 3

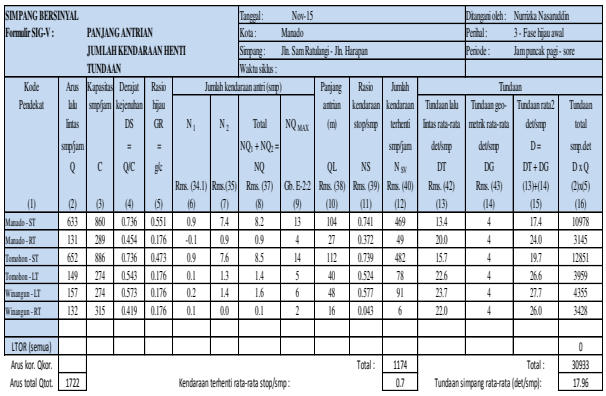
Kode Pendekat	Hijau dalam fase	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok P_{LTOR}	P_{LT}	P_{RT}	Arus RT smp/jam Arah dari Q_{RT}	Arah lawan Q_{RTO}	Lebar efektif (m) We	Arus jenuh smp/jam hijau: Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian: Semua tipe pendekat: Ukuran kota F_{CS}	Hambatan samping F_{SF}	Kelandaian F_G	Parkir F_P	Hanya tipe P: Belok kanan F_{RT}	Belok Kiri F_{LT}	Nilai disesuaikan smp/jam hijau S	Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR QS	Rasio fase FR = FR/ctdet IFR PR	Waktu hijau g	Kapasitas smp/jam C = g/c	Derajat kejenuhan Q/C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	Rms. (18) (9)	Rms. (19) Gb. C-32 (10)	Rms. (20) Gb. C-33 (11)	Th. C-43 (12)	Th C-44 (13)	Gb. C-41 (14)	Rms. (21) (15)	Rms. (22) (16)	Rms. (23) (17)	(18)	Rms. (29) (19)	Rms. (28) (20)	Rms. (30) (21)	Rms. (32) (22)	Rms. (33) (23)
Manado - ST	1	P						2.5	1500	0.94	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1311	633	0.482	0.806	32	845	0.749
Manado - RT	1	P			0.17			3	1800	0.94	0.93	1.00	1.00	1.04	1.00	1644	131	0.080	0.133	10	296	0.459
Tomohon - ST		P						3	1800	0.94	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1574	652	0.414	0.692	28	871	0.749
Tomohon - LT	2	P	0.21					2.5	1500	0.94	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1311	652	0.497	0.831	33	871	0.749
Winangun - LT	3	P	0.44					2.5	1500	0.94	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1311	157	0.120	0.200	10	263	0.597
Winangun - RT		P			0.56			2.5	1500	0.94	0.93	1.00	1.00	1.15	1.00	1584	157	0.104	0.174	10	302	0.520
Waktu hilang total L_i			10.0	Waktu siklus pra penyesuaian c_o (det) Rms. (29)						49.82							IFR =					
LTI (det)				Waktu siklus disesuaikan c (det) Rms. (31)						58							SFRcrit	0.599	1.000			

Sumber : Hasil Penelitian Nurrizka 2016

SIG V

Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti Dan Tundaan. Perhitungan panjang antrian Q_L, jumlah kendaraan terhenti N_{sv} dan tundaan didasarkan pada volume kendaraan Q, rata-rata per hari (rata-rata selama 6 hari penelitian) pada tiap-tiap lengan simpang.

Tabel 7 SIG V



SIMPANG BERSINYAL — Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN, JUMLAH KENDARAAN HENTI, TUNDAAN

Tanggal: Nov-15 | Kota: Manado | Simpang: Jln. Sam Ratulangi - Jln. Harapan | Waktu siklus: | Ditangani oleh: Nurrizka Nasaruddin | Perihal: 3 - Fase hijau awal | Periode: Jam puncak pagi - sore

Kode Pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp): N_1	N_2	Total $NQ_1 + NQ_2$ = NQ	NQ_{MAX}	Panjang antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop/smp NS	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam N_{SV}	Tundaan: Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geo-metrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata2 det/smp D = DT + DG	Tundaan total smp.det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Rms. (34.1) (6)	Rms.(35) (7)	Rms. (37) (8)	Gb. E-2.2 (9)	Rms. (38) (10)	Rms. (39) (11)	Rms. (40) (12)	Rms. (42) (13)	(14)	(13)+(14) (15)	D x Q (2xx5) (16)
Manado - ST	633	860	0.736	0.551	0.9	7.4	8.2	13	104	0.741	469	13.4	4	17.4	10978
Manado - RT	131	289	0.454	0.176	-0.1	0.9	0.9	4	27	0.372	49	20.0	4	24.0	3145
Tomohon - ST	652	886	0.736	0.473	0.9	7.6	8.5	14	112	0.739	482	15.7	4	19.7	12851
Tomohon - LT	149	274	0.543	0.176	0.1	1.3	1.4	5	40	0.524	78	22.6	4	26.6	3959
Winangun - LT	157	274	0.573	0.176	0.2	1.4	1.6	6	48	0.577	91	23.7	4	27.7	4355
Winangun - RT	132	315	0.419	0.176	0.1	0.0	0.1	2	16	0.043	6	22.0	4	26.0	3428
LTOR (semua)															0
Arus kor. Qkor.										Total :	1174			Total :	30933
Arus total Qtot.	1722						Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :				0.7	Tundaan simpang rata-rata (det/smp):			17.96

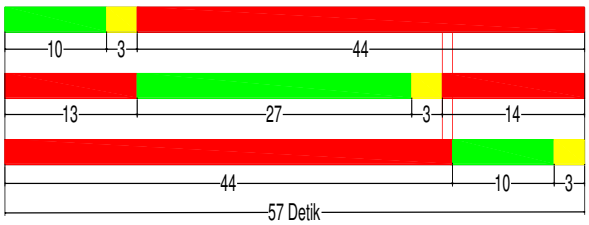
Sumber : Hasil Penelitian Nurrizka 2016

Waktu sinyal untuk persimpangan Jalan Sam Ratulangi dan Jalan Harapan berdasarkan hasil perhitungan :

Tabel 8. 3 Fase Sinyal

Fase	Waktu hijau (g) (detik)	Intergreen: Waktu Kuning (detik)	Intergreen: Merah Semua (detik)	Waktu merah (detik)	Waktu siklus (detik)
1	10	3	1	41	57
2	27	3	1	27	57
3	10	3	1	44	57

Urutan Waktu Pada Pengaturan Sinyal Dengan tiga-fase :



PENUTUP

Kesimpulan

1. Proporsi LV, HV dan MC simpang adalah :

PENDEKAT WINANGUN			PENDEKAT MANADO			PENDEKAT TOMOHON		
LV%	HV%	MC%	LV%	HV%	MC%	LV%	HV%	MC%
56.5	1.2	42.3	57.3	7.3	35.5	52.9	6.2	40.9

2.a. Dari hasil pengolahan data volume lalulintas yang diambil di lapangan pada Bulan September minggu ke 2 tahun pada simpang jalan Harapan – jalan Sam Ratulangi dengan tipe simpang 322 didapatkan:

TAHUN	PENDEKAT MANADO: LHR LV+HV	FAKTOR k	VOLUME RENCANA	PENDEKAT WINANGUN: LHR LV+HV	FAKTOR k	VOLUME RENCANA	PENDEKAT TOMOHON: LHR LV+HV	FAKTOR k	VOLUME RENCANA
0 (2014)	10187	7.1	721	4083	7.7	313	10379	7.3	760
1 (2015)	10900	7.1	772	4368	7.7	335	11106	7.3	813
2 (2016)	11663	7.1	826	4674	7.7	359	11883	7.3	870
3 (2017)	12480	7.1	884	5001	7.7	384	12715	7.3	931
4 (2018)	13353	7.1	946	5352	7.7	411	13605	7.3	996
5 (2019)	14288	7.1	1012	5726	7.7	439	14558	7.3	1066

b. Hasil perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) pada tahun pengamatan (2014) menunjukan bahwa 2/3 dari siang hari adalah lebih besar dari 0.75 yang berarti akan terjadi kemungkinan macet (antrian) dengan peluang diatas 70%.

3.a Pada kondisi eksisting simpang, perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) adalah 0.93 , 0.99 , 1.04 , 1.13, 1.21, 1.30 berturut untuk tahun 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 dan 2019. Artinya pada tahun 2016 simpang tidak dapat melayani lalulintas pada jam puncak.

b Solusi pertama yaitu memperbesar lebar jalan Harapan dari 5 m menjadi 9 m dan jalan Sam Ratulangi dari 7 m menjadi 11 m dengan tetap mempertahankan tipe simpang 322, maka didapatkan hasil DS adalah 0.80, 0.86, 0.90, 0.98, 1.05, 1.12 berturut-turut dari tahun 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019. Yang menunjukkan pada tahun 2018 DS sudah lebih besar dari 1 dan di tahun 2016

peluang antrian sudah lebih dari 100% yang artinya sudah terjadi antrian.

c Solusi selanjutnya yaitu, dengan mengubah tipe persimpangan dari 322 menjadi 342 dan penyesuaian W1, yaitu jalan Harapan menjadi 12 m dan jalan Sam Ratulangi menjadi 14 m, didapatkan hasil DS adalah 0.70, 0.75, 0.79, 0.86, 0.91, 0.98 berturut-turut dari tahun 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019. Dengan hasil hingga 5 tahun ke depan DS sudah di bawah 1 (satu).

Saran

1. Dalam penelitian ini, perencanaan simpang disesuaikan dengan tanpa pengaturan sinyal (unsignalized intersection), disarankan untuk dilakukan perencanaan simpang dengan pengaturan lampu lalulintas (signalized intersection).
2. Disarankan juga untuk mengaji kinerja ruas luar kota Manado – Tomohon sebagai satu kesatuan ruas jalan dan persimpangan.
3. Dengan pesatnya pertumbuhan lalulintas disarankan untuk membuat penelitian dengan menambah jalur alternatif, sehingga ruas jalan Manado – Tomohon dapat berfungsi sebagai jalan Arteri dengan full access control.

DAFTAR PUSTAKA

BPS. 2013. *Sulawesi Utara Dalam Angka* 2013, BPS Kota Manado.

Clarkson, O dan Hicks, G. R, 1999, *"Teknik Jalan Raya"*, Jilid IV Erlangga, Jakarta

Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Hobbs, F.D 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalulintas*, Gadjah Mada University press Yogyakarta.

Tamin, Ofyar Z, Edisi ke-2, 2000, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.

Tamin, Ofyar Z, 2003, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi : Contoh soal dan aplikasi*, Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.